

DIVERSIFICATION DES MATIERES PREMIERES EN ALIMENTATION SEQUENTIELLE CHEZ LA POULE PONDEUSE

¹³Maxime TRAINEAU, ²Isabelle BOUVAREL, ³Caroline MULSANT, ³Claire LAUNAY, ³Lucien ROFFIDAL, ⁴Philippe DIDIER, ¹Michel COUTY, ¹Philippe LESCOAT

¹ INRA, Unité de Recherches Avicoles, 37380, NOUZILLY

² ITAVI, Centre INRA de Tours, 37380 NOUZILLY

³ INZO, 1, rue Marebaudière, F-35760 Montgermont, France

⁴ INRA, Unité Expérimentale PEAT, 37380, NOUZILLY

maxime.traineau@gmail.com

RÉSUMÉ

L'alimentation séquentielle (AS) est un système innovant pour les poules pondeuses consistant à fractionner les apports énergétiques protéiques et calciques afin de tenter de répondre aux besoins spécifiques des poules au cours de la journée. Lors de précédents travaux, le système était basé sur la distribution de blé entier le matin et d'un aliment complémentaire l'après-midi, avec une réduction de l'indice de consommation comparativement à une alimentation continue. Pour donner plus de souplesse technique et économique à l'AS, la possibilité d'utiliser des matières premières alternatives au blé entier est évaluée. Il s'agit de substituer dans l'aliment du matin le blé entier par d'autres formes d'apports énergétiques afin de chercher à atteindre les gains observés dans les expérimentations précédentes avec du blé entier (gésier plus développé, poules moins grasses, IC plus faible). 432 poules Isa Brown en cages collectives ont été suivies de 19 à 35 semaines d'âge. Les poules ont été réparties en 8 traitements différents : un témoin en alimentation continue, un régime séquentiel avec du blé entier le matin, 3 régimes formulés sur une base blé broyé (blé broyé, blé broyé et 20% de blé entier, blé broyé et 5% de fibres insolubles) et 3 sur une base maïs broyé (maïs broyé, maïs broyé et 20% de blé entier, maïs broyé et 5% de fibres insolubles). Tous les régimes en AS recevaient la même fraction complémentaire riche en protéines et calcium l'après midi.

L'utilisation du blé entier a donné les meilleurs résultats en AS avec des performances de ponte comparables au témoin continu et avec un IC amélioré tant par rapport au témoin continu qu'à tous les autres régimes en AS. Ces derniers ont montré des résultats intermédiaires entre l'AS avec le blé entier et l'alimentation continue mais toujours avec des gésiers plus développés et des poules plus légères qu'en alimentation continue classique.

Ainsi, il est possible de remplacer le blé entier par d'autres matières premières en AS permettant ainsi une souplesse de l'AS et une optimisation économique intéressante avec en moyenne un gain de 3,5% sur l'IC par rapport au témoin en alimentation continue. Il reste néanmoins à approfondir la technique afin de pouvoir l'utiliser à plus grande échelle.

ABSTRACT:

Diversification of feedstuff in sequential feeding in laying hens

Sequential feeding (SF) is an innovative system for laying hens consisting in splitting energy protein and calcium supplies to fulfill nutrients' requirements at the relevant time spot. In previous studies, hens got whole wheat in the morning and a balancer diet (rich in protein and calcium) in the afternoon. To enlarge SF utilization, the aim was to substitute whole wheat in the morning by alternative energy supply: ground wheat and ground corn, combined or not with a proportion of whole wheat and insoluble fiber. The goal is to obtain the advantages observed in previous experiments with whole wheat (bigger gizzard, thinner hens, reduced FCR). 432 Isa Brown hens were housed in collective cages from 20 to 35 weeks of age. They received 8 different treatments: a continuous control diet, a sequential diet with whole wheat in the morning, three wheat-based diets (ground wheat, ground wheat and 20% whole wheat and ground wheat with 5% insoluble fiber) and three ground corn-based (ground corn, ground corn and 20% whole wheat and ground corn with 5% insoluble fiber). All sequential regimens got the same balancer fraction rich in protein and calcium in the afternoon. Whole wheat SF gave the best results with an improved FCR compared to continuous control and any other SF diets. Wheat and corn – based diets showed intermediate results between whole wheat SF and continuous feeding. They always got a more developed gizzard and the hens were lighter than with conventional continuous feeding leading to an average FCR gain of 3.2% compared to continuous control. Thus, it's possible in SF diets to substitute at least partially whole wheat by ground wheat or ground corn added with insoluble fiber or some whole wheat allowing more flexibility and economic optimization.

INTRODUCTION

Les poules pondeuses sont nourries en général avec un aliment complet composé majoritairement d'un mélange de matières premières souvent sous forme de farine. Cette distribution a l'avantage de fournir une alimentation uniforme et équilibrée ne permettant cependant pas de répondre aux besoins nutritionnels spécifiques des poules à différents moments clés notamment pour le Ca en fin de journée pour le dépôt calcique lors de la formation de la coquille (Sauveur et Mongin, 1974). Une façon d'améliorer l'efficacité des systèmes de production est de mettre en œuvre des techniques d'alimentation innovantes notamment par l'alimentation séquentielle (Umar Faruk et al, 2010). Le système d'alimentation séquentielle avec du blé entier paraît intéressant, car il permet de conserver des niveaux de production équivalents avec une ingestion inférieure. Cependant afin d'appliquer cette technique à échelle industrielle mais également d'adapter les apports de matières premières aux fluctuations du prix des céréales, il paraît nécessaire de s'affranchir de l'utilisation unique de blé entier en AS. L'enjeu économique actuel est de répondre efficacement aux variations du prix des matières premières utilisées en formulation pondeuse, en apportant plus de souplesse quant à l'utilisation des céréales, tout en améliorant de façon significative l'efficacité alimentaire.

L'objectif de ces travaux était de déterminer si des combinaisons de maïs et de blé broyés grossièrement avec ou non une proportion de blé entier (20% de la fraction du matin) et de fibres insolubles (5% de la fraction du matin) pouvaient avoir les mêmes effets sur les performances des poules pondeuses que l'alimentation séquentielle avec apport de blé entier le matin

1. MATERIELS ET METHODES

1.1. Animaux et bâtiments

432 poules ISA Brown entre 19 à 35 semaines d'âge ont été réparties en 8 groupes de 18 cages avec 3 oiseaux par cage. Les poules disposaient d'une période de 16h de jour consécutives (période de nuit de 20h00 à 4h00). La température dans le poulailler a fluctué entre 19 et 27 ° C en raison de températures extérieures estivales.

1.2. Aliments

Le témoin contenait 2.650 kcal EM / kg et 16,9% de protéines et était apporté en deux parties égales dans la journée. Sur la base de ce témoin, 7 régimes expérimentaux (AS) ont été formulés. Ces régimes séquentiels étaient iso-énergétiques et iso-protéiques entre eux mais aussi par rapport au témoin continu en supposant une consommation alimentaire de 50/50 entre les différentes fractions (matin et après midi).

Chaque poule recevait ainsi 125 g d'aliment équitablement réparti en 2 portions distribuées matin et soir. Cette quantité représente 105% de des recommandations Isa-Hendrix (Isa-Hendrix, 2011). Concernant l'AS, les poules ont reçu la fraction énergétique de 8 :30 à 15 :30 et le complémentaire riche en protéines et Ca de 15 :30 à 8 :30 (avec la période de 8 heures de nuit où les poules ne consomment pas d'aliment) Pour la distribution du matin, les régimes ont été les suivants : 100% de blé entier (AS BE), 3 régimes sur une base maïs (AS M) (maïs broyé grossièrement seul, ou avec 20% de blé entier ou avec 5% de fibres insolubles lignocellulosiques) et 3 régimes sur une base blé (AS B) (blé broyé grossièrement seul, ou avec 20% de blé entier ou avec 5% de fibres insolubles lignocellulosiques). Ces 7 régimes expérimentaux étaient combinés avec le même aliment complémentaire, distribué l'après midi.

1.3. Mesures réalisées

La consommation d'aliment a été mesurée chaque semaine pour chaque cage. Pour les régimes en alimentation séquentielle, la consommation des deux fractions a été mesurée indépendamment. Les œufs étaient ramassés tous les jours et pesés 2 fois par semaine permettant ainsi de contrôler la production d'œuf et la masse produite.

Le poids des poules a été enregistré individuellement aux semaines 19, 23, 27, 31 et 35. Des mesures de prédiction de composition corporelle (pourcentage de gras et pourcentage de protéines) via une méthode non invasive basée sur l'analyse d'impédance bioélectrique (BIA, Berg et al, 1994) ont été réalisées à 19, 27 et 35 semaines d'âge.

A la fin de l'essai, 10 oiseaux par traitement ont été choisis au hasard pour la réalisation de mesures complémentaires. La cavité abdominale a été disséquée et les poids du pancréas, du foie, de la rate, du gésier et du gras abdominal ont été enregistrés.

1.4 Analyse statistique

Les données recueillies au cours de la période expérimentale (semaine 20 à semaine 35) ont été analysées suivant 4 périodes de 4 semaines. La ponte n'ayant pas débuté exactement au même moment pour l'ensemble des animaux, la première période ne comprend que 3 semaines (21 à 23). Pour évaluer les différences entre les régimes, plusieurs contrastes ont été testés : la première comparaison permettait d'évaluer l'effet du régime ASBE par rapport au régime témoin. Puis, le régime témoin et le régime AS BE ont été testés par rapport aux autres régimes AS M et les régimes AS B. L'ensemble des variables a été analysé avec StatView (version 5, SAS Institute Inc., Cary, NC). L'ingestion de différentes fractions, les performances de ponte (poids de l'œuf, taux de ponte, masse d'œufs), l'indice de consommation,

l'estimation de la composition corporelle par méthode BIA et le poids vif ont été analysés grâce à une ANOVA en mesures répétées, la donnée étant composée du vecteur de la réponse d'une cage ou d'une poule (selon la variable) sur les 4 périodes concernées. Une ANOVA a permis d'évaluer l'impact des régimes sur la composition de l'œuf et sur le poids des différents organes digestifs. Les facteurs testés ont été considérés comme hautement significatifs si $p < 0,01$, significatif si $p < 0,05$, peuvent être discutés comme une tendance si $p < 0,1$ et non significatifs si $p > 0,1$.

2. RESULTATS-DISCUSSION

Nous avons choisi de présenter les résultats sous forme de moyenne globale sur l'ensemble de la période sachant que les analyses statistiques portaient bien sur les quatre périodes définies. De plus, en raison de la limite de longueur du texte, seuls les résultats moyens de l'ensemble des régimes base maïs (maïs broyé grossièrement seul, ou avec 20% de blé entier ou avec 5% de fibres insolubles lignocellulosiques) et base blé (blé broyé grossièrement seul, ou avec 20% de blé entier ou avec 5% de fibres insolubles lignocellulosiques) ont été comparés à ASBE et le témoin. L'ensemble des données est présenté dans Traineau et al (2013)

2.1 Témoin vs Séquentiel Blé Entier

La consommation alimentaire moyenne tend à être plus élevée pour le témoin continu que pour AS BE ($p < 0,1$) (Tableau 1). Cependant, aucune différence n'a été observée pour les performances de ponte : poids de l'œuf, la production d'œufs et de la masse d'œufs. Par conséquent, une amélioration significative de l'IC a été obtenue ($p < 0,05$) pour les poules AS BE par rapport aux poules témoin. Les poules placées en AS BE étaient plus légères que celles en alimentation continue à l'issue de l'expérience (-108 g, $p < 0,01$). De plus, les poules placées en AS BE ont des gésiers plus développés que les poules témoin. Ces améliorations pourraient s'expliquer à la fois par la distribution fractionnée de l'alimentation comme on l'observe pour le poulet à croissance lente (Chagneau et al 2009) mais également par l'effet des graines entières qui stimulent la capacité digestive des poules (Nir et al, 1990). Enfin les poules en AS BE sont moins grasses que les poules en alimentation continue (Figure 1). L'ensemble de ces résultats confirme ceux obtenus par Umar Faruk et al (2010a; 2011).

2.2 Témoin vs AS base Blé et vs AS base Maïs

Les comparaisons entre le témoin continu et les régimes AS B ou AS M ont montré que la consommation totale d'aliment était toujours plus élevée pour le témoin continu (Tableau 1). Il n'y a

aucune différence entre témoin et AS M ou AS B pour le poids de l'œuf, le taux de ponte et la masse d'œufs. Les poules nourries avec le régime témoin étaient toujours plus lourdes et plus grasses que celles en régime séquentiel (Figure 1). L'IC pour les poules en régime témoin tendait à être plus élevé que celui des poules en régimes ASM et AS B ($p < 0,1$). Enfin les poules en régimes AS M et AS B ont des gésiers plus développés et moins de gras abdominal que les poules en régime continu.

2.3 AS Blé Entier vs AS base Blé et vs AS base Maïs

Aucune différence n'a été observée entre AS BE et les régimes AS M et AS B pour la consommation totale d'aliment et la consommation de la fraction énergétique (Tableau 1). Cependant la consommation de complémentaire riche en protéines et calcium avait tendance à être supérieure pour les régimes AS B par rapport aux AS BE (aucune différence n'a été observée pour les régimes AS M). Les poids des œufs étaient significativement plus élevés pour le régime AS BE par rapport aux régimes AS M et AS B. Une tendance similaire a été observée pour la masse d'œufs. Il n'y a pas de différence ni pour le taux de ponte ni pour le poids et la composition corporelle (Figure 1) entre les poules AS BE, AS M et AS B. Aucune différence n'est constatée pour le dépôt de gras abdominal et le développement du gésier. Ce développement identique du gésier entre les poules qui consommaient des graines entières, par rapport aux régimes où les céréales étaient broyées grossièrement, tend à supposer qu'un fractionnement des apports induit un meilleur développement de cet organe. De plus, il a été montré une corrélation positive entre le poids du gésier et l'efficacité digestive: une différence de 2,4 mg de gésier / g de poids vif induit une plus-value de 9% EMAn (énergie métabolisable apparente à bilan azoté nul) (Péron et al, 2006). Cependant l'IC des poules en AS BE était plus faible que les poules en AS B ($p < 0,05$) ou AS M ($p < 0,05$).

2.4 Comparaison au sein de chaque base (blé et maïs)

En comparant les régimes base blé et base maïs entre eux, peu de différences significatives ont pu être mises en évidence. Le seul résultat important portait sur des problèmes d'ingestion rencontrés pour les régimes qui contenaient des fibres insolubles (surtout pour le régime maïs broyé avec fibre). Cette faible ingestion pour la fraction haute énergie qui contient 5% de fibres peut s'expliquer par un effet d'encombrement dans le jabot et gésier, ce qui augmente le temps de rétention dans ces organes. Ainsi Van Krimpen et al (2011) ont montré que le temps de rétention moyen dans la partie proximale de l'intestin augmenterait le niveau de satiété des volailles.

2.5 Discussion générale

Il semble donc possible de substituer le blé entier par du blé broyé et / ou du maïs broyé dans l'alimentation séquentielle mais avec des performances intermédiaires entre AS BE et l'alimentation continue. Tout au long de l'expérimentation, la fraction énergétique apportée le matin était systématiquement moins ingérée que la fraction de l'après midi (riche en protéine et calcium). Cette saturation de la consommation du matin, du fait de la régulation de l'ingéré énergétique pour combler les besoins en énergie, contribue à conserver un meilleur IC. Cependant cette trop faible consommation énergétique n'étant pas compensée par l'ingestion de la fraction de l'après-midi risque d'affaiblir le système en réduisant l'engraissement.

Perez-Bonilla et al, 2012, ont mis en évidence qu'une augmentation de la concentration en énergie dans le régime induit une baisse de la consommation journalière mais permet aussi une augmentation de la masse d'œuf et une amélioration de l'IC. Il reste maintenant à déterminer quelle serait la combinaison de matières premières optimale pour remplacer la fraction de blé entier en alimentation séquentielle afin

de trouver le juste équilibre entre un gain sur l'IC et un gain sur le coût de formulation.

3. CONCLUSION

Ce travail montre la possibilité d'apporter une plus grande flexibilité dans le système de l'alimentation séquentielle par substitution de blé entier par une combinaison d'autres céréales. Ces combinaisons donnent cependant des résultats intermédiaires entre le témoin continu et l'alimentation séquentielle avec du blé entier. En outre, les prévisions de composition corporelle semblent mettre en évidence l'activation à des échelles différentes de voies métaboliques par les poules placées en alimentation séquentielle par rapport à celles en alimentation continue. Afin d'optimiser au maximum les bénéfices observés en alimentation séquentielle, il serait intéressant de réussir à maîtriser la consommation des poules, contrôlant ainsi le gain de poids afin d'obtenir des poules avec un poids vif et une composition corporelle optimale à l'équilibre entre un gain sur l'IC et la résistance des animaux sur toute la période de ponte.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES:

- Berg, E. P., and M. J. Marchello. 1994. Bioelectrical-impedance analysis for the prediction of fat-free mass in lambs and lamb carcasses. *J. Anim. Sci.* 72:322-329.
- Chagneau Anne Marie, Lecuelle Stéphanie, Lescoat Philippe, Quentin Maxime, Guillaumin Jean-Marc, Bouvarel Isabelle. 2009. Les poulets à croissance lente valorisent bien une distribution alimentaire par repas. The 8th Avian French Research Days, St Malo, France, 25-26 March 2009.
- ISA. (2011). Nutrition Management Guide, 2011 Edition. ISA Hendrix Genetics, Saint Briec, France.
- Nir, I., J. P. Melcion, and M. Picard. 1990. Effect of particle-size of sorghum grains on feed-intake and performance of young broilers. *Poult. Sci.* 69:2177-2184.
- Pérez-Bonilla, S. Novoa, J. García, M. Mohiti-Asli, M. Frikha, and G. G. Mateos. 2012. Effects of energy concentration of the diet on productive performance and egg quality of brown egg-laying hens differing in initial body weight. *Poult. Sci.* 91 :3156-3166.
- Peron, A., J. Gomez, S. Mignon-Grasteau, N. Sellier, J. Besnard, M. Derouet, H. Juin, and B. Carre. 2006. Effects of wheat quality on digestion differ between the D+ and D- chicken lines selected for divergent digestion capacity. *Poult. Sci.* 85:462-469.
- Sauveur, B., and P. Mongin. 1974. Effects of time-limited calcium meal upon food and calcium ingestion and egg quality. *Br. Poult. Sci.* 15:305-313.
- Traineau, M., I. Bouvarel, C. Mulsant, L. Roffidal, C. Launay and P. Lescoat. 2013. Effects on performances of ground wheat and corn combined or not with insoluble fiber or whole wheat in sequential feeding for laying hens. *Poult. Sci.* In press.
- Umar Faruk, M., I. Bouvarel, N. Meme, N. Rideau, L. Roffidal, H. M. Tukur, D. Bastianelli, Y. Nys, and P. Lescoat. 2010. Sequential feeding using whole wheat and a separate protein-mineral concentrate improved feed efficiency in laying hens. *Poult. Sci.* 89:785
- Umar Faruk, M., I. Bouvarel, S. Mallet, M. N. Ali, H. M. Tukur, Y. Nys, and P. Lescoat. 2011. Is sequential feeding of whole wheat more efficient than ground wheat in laying hens? *Anim.* 5:230-238
- Van Krimpen, M. M., R. P. Kwakkel, C. M. C. van der Peet-Schwering, L. A. den Hartog, M. W. A. Verstegen. 2011. Effects of dietary energy concentration, nonstarch polysaccharide concentration, and particle sizes of nonstarch polysaccharides on digesta mean retention time and gut development in laying hens. *Br. Poult. Sci.* 52: 730-741

Tableau 1 :

Effets sur l'ingestion, le poids des œufs, le taux de ponte, la masse d'œufs, l'IC et le Poids vif des différents régimes expérimentaux sur des poules pondeuses âgées de 19 à 35 semaines.

	Témoin	AS BE	AS M	AS B	Ecart Type	Témoin vs AS BE	Témoin vs AS M	Témoin vs AS B	AS BE vs AS M	BE vs AS B
Ingestion Céréales (g/poule/j)	-	48,7	49,2	47,7	0,41	-	-	-	NS	NS
Ingestion complémentaire (g/poule/j)	-	58,4	59,0	59,6	0,24	-	-	-	NS	P<0,1
Ingestion Totale (g/poule/j)	110,3	107,1	108,1	107,3	0,43	P<0,1	P<0,05	P<0,05	NS	NS
Poids des œufs (g)	59,7	60,7	59,6	59,3	0,21	P<0,1	NS	NS	P<0,05	P<0,01
Taux ponte (%)	94,05	94,8	95,0	94,7	0,57	NS	NS	NS	NS	NS
Masse d'œuf (g/poule/j)	56,2	57,6	56,6	56,2	0,38	NS	NS	NS	P<0,1	P<0,05
IC	1,96	1,86	1,91	1,91	0,014	P<0,05	P<0,1	P<0,1	P<0,05	P<0,05
Poids de gésier/poids vif (%)	1,1	1,5	1,5	1,4	0,02	P<0,01	P<0,01	P<0,01	NS	NS
Poids gras abdominal/poids vif (%)	4,0	3,2	3	2,7	0,13	NS	P<0,05	P<0,01	NS	NS
Poids poules (g)	1748	1674	1685	1683	6,4	P<0,01	NS	NS	P<0,01	P<0,01

AS BE : Alimentation Séquentielle avec Blé Entier le matin ; AS M : Alimentation Séquentielle base Maïs ; AS B : Alimentation Séquentielle base Blé

Figure 1 :

Evolution des pourcentages de gras et de protéines corporelles estimés par impédancemétrie aux semaines d'âge 19, 27 et 35 pour des poules pondeuses.

